

"Express Mail" mailing label number EV 327 136 800 US

Date of Deposit 12/3/03

Our File No. 9281-4722
Client Reference No. SK US02016

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Munemitsu Abe et al.)
Serial No. To Be Assigned)
Filing Date: Herewith)
For: Functional Multilayer Film And Method)
For Manufacturing The Same)

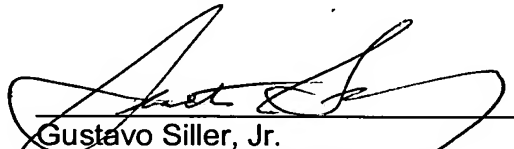
SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application No. 2002-356214 filed on December 9, 2002 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,



Gustavo Siller, Jr.
Registration No. 32,305
Attorney for Applicants
Customer Number 00757

BRINKS HOFER GILSON & LIONE
P.O. BOX 10395
CHICAGO, ILLINOIS 60610
(312) 321-4200

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

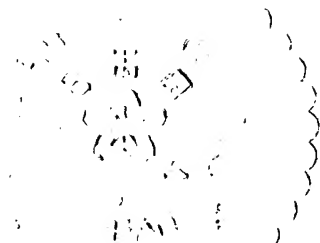
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月9日
Date of Application:

出願番号 特願2002-356214
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-356214]

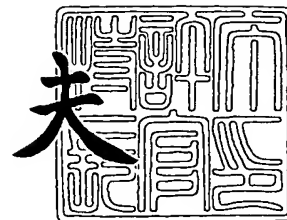
出願人 アルプス電気株式会社
Applicant(s): 江刺 正喜



2003年8月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3065953

【書類名】 特許願

【整理番号】 K02016

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/35

【発明の名称】 機能性多層膜

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 阿部 宗光

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 染野 義博

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区八木山南 1 丁目 1 1 番 9 号

【氏名】 江刺 正喜

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【特許出願人】

【住所又は居所】 宮城県仙台市太白区八木山南 1 丁目 1 1 番 9 号

【氏名又は名称】 江刺 正喜

【代理人】

【識別番号】 100078835

【弁理士】

【氏名又は名称】 村田 幹雄

【手数料の表示】**【予納台帳番号】** 013446**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 機能性多層膜

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多数の微小金属体を誘電体からなるマトリックスに固定してなる機能性膜であって、

上記マトリックスは所定の厚さに成膜される誘電体薄膜と、該誘電体薄膜上に配置される上記微小金属体からなる金属配置薄膜を積層してなり、

上記誘電体薄膜の膜面には複数の凹部が規則的に形成され、該凹部の底部に微小金属体を配置したことを特徴とする機能性多層膜。

【請求項 2】

上記誘電体薄膜及び微小金属体は上記金属配置薄膜毎又は複数の金属配置薄膜からなる領域毎に異なる材質からなることを特徴とする請求項 1 記載の機能性多層膜。

【請求項 3】

膜面に規則的に並べられた複数の凹部を有するように誘電体薄膜を成膜し、

誘電体薄膜上に金属薄膜を成膜し、金属薄膜を熱処理することによって誘電体薄膜の凹部の底部に金属を流し落として微小金属体を形成して金属配置薄膜とし

誘電体薄膜と微小金属体からなる金属配置薄膜を積層してマトリックスを形成することを特徴とする機能性多層膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、微小な金属体を誘電体中に分散させた機能性膜であって、特に金属体の大きさを略均一にすると共に膜厚方向及び膜面方向の配列に規則性を持たせた機能性多層膜に関する。

【0002】

【従来の技術】



従来、非線形光学効果を示す光学材料として、微小金属体を誘電体中に分散させ固定したものが用いられている。このような光学材料は、電位差を与えることにより、入射光の屈折や回折を変化させることができ、また逆に光を入射させることで材料内の電界を変化させることができる。このような特性を利用して、非線形光学効果を示す光学材料は、光通信分野や全光演算素子等に活用することができる。

【0003】

ここで、その光学材料の特性は、誘電体からなるマトリックス中に分散される微小金属体の大きさや配列によって変化する。したがって、所望の性能を有する光学材料を製造するには、微小金属体を所定の大きさや配列にすることが必要である。誘電体マトリックス中において微小金属体は、できるだけ同じ大きさであると共に、その粒子密度は均一に分散されていることが望ましい。さらに、微小金属体に特定の配列を持たせた構成とすることで、所望の特性を持たせることができる。

【0004】

このような非線形光学効果を示す光学材料は、例えば特表平11-514492のように、ポリマー等を含む溶液中に金属微粒子を包含させ、溶液の揮発性溶媒を除去し、金属微粒子が封入された誘電体マトリックスを形成することによって製造される。この場合には、金属微粒子は誘電体マトリックス内にランダムに分散される。

【0005】

しかし、従来の非線形光学効果を示す光学材料においては、以下の問題点を有していた。

金属微粒子を誘電体中にランダムに分散させる場合には、金属微粒子の配列に規則性を持たせることはできず、また部位による粒子密度のばらつきを生じやすい。さらに、金属微粒子は誘電体中を拡散するため、金属微粒子の分散密度を大きくした場合には、造粒作用により粒子が大きくなることがあり、粒子の大きさが不安定となる。このように粒子の分布にばらつきを生じることや、大きさが不安定であることにより、従来の光学材料においては優れた非線形性を得るには至



らなかった。

【0006】

そこで、図7に示すような、薄膜状に形成された誘電体薄膜2を積層してマトリックス1を形成し、各誘電体薄膜2の膜面3上に多数の微小金属体4を任意に配列してなる金属パターン5を形成した機能性多層膜の提案がある。

このような機能性多層膜によれば、膜厚方向及び膜面方向に所定の間隔で微小金属体4を配置することができる。これによりマトリックス1内における微小金属体4の部位的なばらつきを抑えることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このような機能性多層膜によれば、微小金属体4の膜厚方向の間隔及び膜面方向の配列にそれぞれ規則性を持たせることはできるものの、各層の微小金属体4の膜面方向の配列を膜厚方向に一致させることは困難である。すなわち、図7からもわかるように、誘電体薄膜2aの微小金属体4の真上に、誘電体薄膜2bの微小金属体4を配置することは難しく、膜厚方向に対して微小金属体4は不整列に配置されることとなる。

【0008】

本発明は、上記問題点を解決すべくなされたものであり、微小金属体の膜厚方向の間隔及び膜面方向の配列にそれぞれ規則性を持たせ、さらに各層の微小金属体の膜面方向の配列を膜厚方向に一致させた機能性多層膜及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明に係る機能性多層膜は、多数の微小金属体を誘電体からなるマトリックスに固定してなる機能性膜であって、

上記マトリックスは所定の厚さに成膜される誘電体薄膜と、該誘電体薄膜上に配置される上記微小金属体からなる金属配置薄膜を積層してなり、

上記誘電体薄膜の膜面には複数の凹部が規則的に形成され、該凹部の底部に微小金属体を配置したことを特徴として構成されている。



【0010】

本発明によれば、微小金属体の膜厚方向の間隔及び膜面方向の配列にそれぞれ規則性を持たせることができ、さらに各層の微小金属体の膜面方向の配列を膜厚方向に一致させることができる。

【0011】

また、本発明に係る機能性多層膜は、上記誘電体薄膜及び微小金属体は上記金属配置薄膜毎又は複数の金属配置薄膜からなる領域毎に異なる材質からなることを特徴として構成されている。

【0012】

本発明によれば、誘電体薄膜や微小金属体の材質を変化させることにより、1つの機能性多層膜に複合的な機能性効果を持たせることができる。

【0013】

また、本発明に係る機能性多層膜の製造方法は、膜面に規則的に並べられた複数の凹部を有するように誘電体薄膜を成膜し、

誘電体薄膜上に金属薄膜を成膜し、金属薄膜を熱処理することによって誘電体薄膜の凹部の底部に金属を流し落として微小金属体を形成して金属配置薄膜とし

、
誘電体薄膜と微小金属体からなる金属配置薄膜を積層してマトリックスを形成することを特徴として構成されている。

【0014】

本発明によれば、微小金属体が膜厚方向の間隔及び膜面方向の配列にそれぞれ規則性を有し、さらに各層の微小金属体の膜面方向の配列を膜厚方向に一致させた機能性多層膜を製造することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を添付図面に沿って詳細に説明する。まず、第1の実施形態について説明する。図1は、第1の実施形態における機能性多層膜を模式的に示した斜視図である。また、図2は、第1の実施形態における機能性多層膜の断面模式図である。



【0016】

本実施形態における機能性多層膜は、基板 9 上に誘電体からなる誘電体薄膜 2 を成膜し、この誘電体薄膜 2 上に多数の微小金属体 4 を配置して金属配置薄膜 6 とし、これを積層してなるマトリックス 1 からなるものである。誘電体薄膜 2 の材質としては、 SiO_2 等が用いられる。また、微小金属体 4 の材質としては Au 等が用いられる。

【0017】

図 2 は、このようにして形成されたマトリックス 1 の断面図である。この図に示すように誘電体薄膜 2 は膜面 3 に、規則的に並べられた同形状の複数の円錐状の錐状凹部 3 a を有し、この錐状凹部 3 a の底部に、略球状に形成された微小金属体 4 を配置して金属配置薄膜 6 としている。ここでは微小金属体 4 の形状を略球状としたが、微小金属体 4 の形状はこれに限られるものではない。

【0018】

このような誘電体薄膜 2 と微小金属体 4 からなる金属配置薄膜 6 を積層することによって、マトリックス 1 を形成する。ここで、誘電体薄膜 2 は 2 a ~ 2 e ままで 5 層とし、各誘電体薄膜 2 a ~ 2 e は略同一の厚さに成膜される。ただし、積層する誘電体薄膜 2 の層数はこれに限られるものではない。

また、誘電体薄膜 2 a の錐状凹部 3 a の上には、誘電体薄膜 2 b の錐状凹部 3 a が同形状に形成されており、同様にして、下層の誘電体薄膜 2 の錐状凹部 3 a の上には、上層の誘電体薄膜 2 の錐状凹部 3 a が同形状に形成されている。

【0019】

このように、誘電体薄膜 2 の膜面 3 に規則的に並べて形成された複数の円錐状の錐状凹部 3 a の底部に、略球状に形成した微小金属体 4 を配置して金属配置薄膜 6 とし、この金属配置薄膜 6 を積層することで、膜厚方向及び膜面方向に微小金属体 4 を略同じ間隔毎に配置することができるので、誘電体マトリックス中にランダムに金属微粒子を配置する場合に比べて、膜厚方向及び膜面方向の部位的なばらつきを抑えることができる。

さらに、下層の誘電体薄膜 2 の錐状凹部 3 a の上に、上層の誘電体薄膜 2 の錐状凹部 3 a を同形状に形成することによって、錐状凹部 3 a の底部に配置した微

小金属体 4 が膜厚方向に対して整列する。

なおここでは、錐状凹部 3 a の形状を円錐状としたが、錐状凹部 3 a の形状はこれに限られるものではなく、例えば四角錐状や三角錐状に形成してもよい。また、錐状に限られるものでもなく、円柱状や半球状、方形等の凹部でもよい。

【0020】

次に、このような機能性多層膜の製造方法について説明する。図 3 は機能性多層膜の製造過程を示す断面模式図である。まず、規則的に並べて形成された同形状の複数の円錐状の錐状凹部 9 a を有する基板 9 を用意する。このような基板 9 は、Si からなる薄板にドライエッチング加工を施すことにより形成することができる。この基板 9 上に、誘電体薄膜 2 a を所定の膜厚に成膜する（図 3 A）。このように、円錐状の錐状凹部 9 a を有する基板 9 上に誘電体薄膜 2 a を成膜することにより、誘電体薄膜 2 a の膜面 3 に規則的に並べられた同形状の複数の円錐状の錐状凹部 3 a を形成することができる。

【0021】

次に、この誘電体薄膜 2 a 上に、金属薄膜 4 a を成膜し（図 3 B）、成膜後に金属薄膜 4 a を熱処理する（図 3 C）。金属薄膜 4 a に熱を加えると、金属薄膜 4 a を構成する金属は融解して流動性を有するようになり、各錐状凹部 3 a の斜面に沿って錐状凹部 3 a の底部に集まり、さらに熱を加えることにより、凝集して略球状の微小金属体 4 が形成される（図 3 D）。このようにして各錐状凹部 3 a の底部に微小金属体 4 を配置し、金属配置薄膜 6 とする。

この金属配置薄膜 6 の上にさらに誘電体薄膜 2 b を所定の膜厚に成膜し（図 3 E）、金属薄膜 4 a を成膜して微小金属体 4 を形成する過程を繰り返すことにより、金属配置薄膜 6 を積層したマトリックス 1 を形成する。このように、円錐状の錐状凹部 3 a を有する誘電体薄膜 2 上にさらに上層の誘電体薄膜 2 a を成膜することにより、下層の誘電体薄膜 2 a の錐状凹部 3 a の上に上層の誘電体薄膜 2 a の錐状凹部 3 a を形成することができる。

なお、成膜はスパッタ法や CVD 法等の方法を用いて行うことができる。

本実施形態では、微小金属体 4 は凝集させて略球状としたが、凝集する前に熱処理を終了し、錐状凹部 3 a の底部と同形状に微小金属体 4 を形成してもよい。



さらに、錐状凹部 3 a を楕円状断面を有する凹部に形成して、微小金属体 4 をそれと同形状にし、微小金属体 4 の形状に方向性を与えることによって、偏光方向に対して異方性を持たせることができる。

【0022】

次に、第 2 の実施形態について説明する。図 4 は、本実施形態における機能性多層膜の断面模式図である。本実施形態における機能性多層膜は、誘電体薄膜 2 の膜面 3 に規則的に並べられた同形状の複数の円錐状の錐状凹部 3 a を有し、この錐状凹部 3 a の底部に、略球状に形成された微小金属体 4 を配置してなる金属配置薄膜 6 を積層して構成される。第 1 の実施形態では金微小金属体 4 を膜厚方向に略一定間隔となるように配置している。しかし、必ずしも一定間隔とする必要はなく、任意の間隔となるように誘電体薄膜 2 を成膜することもできる。

【0023】

図 4 に示すように本実施形態においては、誘電体薄膜 2 の膜厚を一定とせず、それぞれ任意の膜厚に形成されている。すなわち、図 4 においては、誘電体薄膜 2 c、2 d は他の誘電体薄膜 2 a、2 b、2 e よりも厚く成膜されている。誘電体薄膜 2 は膜面 3 に規則的に並べられた同形状の複数の円錐状の錐状凹部 3 a を有し、この錐状凹部 3 a の底部に、略球状に形成された微小金属体 4 を配置することについては、上記第 1 の実施形態と同様である。このように、誘電体薄膜 2 の膜厚を変化させて積層することにより、微小金属体 4 は膜厚方向に配列パターンを有することになる。したがって、所望の非線形光学効果をこの機能性多層膜によって得ることができるようになる。

【0024】

次に、第 3 の実施形態について説明する。図 5 は、本実施形態における機能性多層膜の断面模式図である。本実施形態における機能性多層膜は、誘電体薄膜 2 の膜面 3 に規則的に並べられた同形状の複数の円錐状の錐状凹部 3 a を有し、この錐状凹部 3 a の底部に、略球状に形成された微小金属体 4 を配置してなる金属配置薄膜 6 を積層して構成されるため、金属配置薄膜 6 毎に誘電体薄膜 2 の材質を変えたり、微小金属体 4 の材質を変えることができる。

【0025】



本実施形態においては、誘電体薄膜 2 c、2 d とそれ以外の誘電体薄膜 2 a、2 b、2 e とは異なった材質からなっている。また、誘電体薄膜 2 c、2 d 上に配置される微小金属体 4 と誘電体薄膜 2 a、2 b、2 e 上に配置される微小金属体 4 とは異なった材質からなっている。このように、金属配置薄膜 6 によって誘電体薄膜 2 や微小金属体 4 の材質を変えることにより、1 つの機能性多層膜に複合的な機能を持たせることができる。

【0026】

次に、第 4 の実施形態について説明する。図 6 は本実施形態における機能性多層膜の断面模式図である。本実施形態においては、マトリックス 1 の膜厚方向端部に多層膜フィルタ 7 a、7 b を有した構成とされている。すなわち、誘電体薄膜 2 及び基板 9 を積層してなる機能性多層膜領域 8 が多層膜フィルタ 7 a、7 b に挟まれている。多層膜フィルタ 7 a、7 b は、いわゆる狭帯域反射フィルタとして機能するもので、特定の波長の光のみを透過させる。このように構成することにより、特定の波長の光については、多層膜フィルタ 7 a、7 b の反射ミラー効果により機能性多層膜領域 8 を何度か往復させることができるようになる。これによって、入射光に対する非線形光学効果を制御することができる。なお、ここでは機能性多層膜領域 8 を多層膜フィルタ 7 a、7 b で挟む構成としたが、機能性多層膜 2 の中間に多層膜フィルタを有するようにしてもよい。

【0027】

機能性多層膜領域 8 においては、その領域における電界によって光の反射や透過をコントロールすることができるので、機能性多層膜領域 8 に図示しない電極を設けることで、上記のように特定の波長の光について反射を何度か繰り返させて、非線形光学効果を制御することができる。また、機能性多層膜領域 8 においては、光を入射させることにより、その領域における電界は変化する。したがって、機能性多層膜領域 8 において、透過するある特定の光があった場合に、別の制御光を入射させることで電界状態を変化させて、その領域においてその特定の光を反射させるようにすることもできる。これにより、光により制御する光スイッチを構成することができる。

【0028】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、誘電体薄膜の膜面に規則的に並べて形成された複数の凹部の底部に、微小金属体を配置して金属配置薄膜とし、この金属配置薄膜を積層することで、微小金属体の膜厚方向の間隔及び膜面方向の配列にそれぞれ規則性を持たせることができるので、膜厚方向及び膜面方向の部位的なばらつきを抑えることができる。さらに各層の凹部の底部に配置した微小金属体の膜面方向の配列を膜厚方向に一致させることができる。これにより、良好な非線形性を有する機能性多層膜とすることができる。また、膜厚方向に整列された微小金属体の層間における交互作用を任意に制御することも可能となる。

【0029】

また、本発明によれば、誘電体薄膜や微小金属体は金属配置薄膜毎または複数の金属配置薄膜からなる領域毎に異なる材質からなることにより、1つの機能性多層膜に複合的な機能性効果を持たせることができる。

【0030】

また、本発明によれば、膜面に規則的に並べられた複数の凹部を有するように誘電体薄膜を成膜し、誘電体薄膜上に金属薄膜を成膜し、金属薄膜を熱処理することによって誘電体薄膜の凹部の底部に金属を流し落として微小金属体を形成して金属配置薄膜とし、金属配置薄膜を積層してマトリックスを形成することにより、微小金属体の膜厚方向の間隔及び膜面方向の配列にそれぞれ規則性を有し、さらに各層の微小金属体の膜面方向の配列を膜厚方向に一致させた機能性多層膜を製造することができる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

第1の実施形態における機能性多層膜を模式的に示した斜視図である。

【図2】

第1の実施形態における機能性多層膜の断面模式図である。

【図3】

機能性多層膜の製造過程を示す断面模式図である。

【図4】

第 2 の実施形態における機能性多層膜の断面模式図である。

【図 5】

第 3 の実施形態における機能性多層膜の断面模式図である。

【図 6】

第 4 の実施形態における機能性多層膜の断面模式図である。

【図 7】

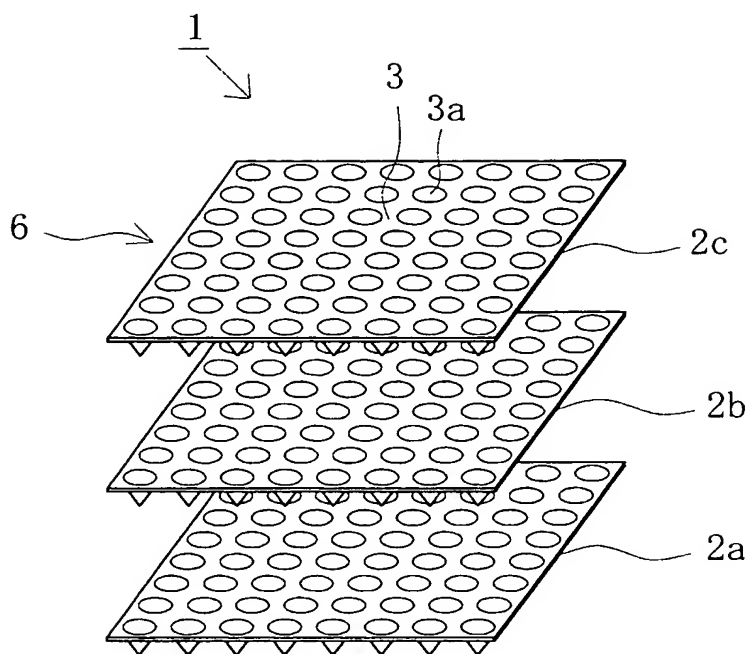
本発明者が提案した機能性多層膜の断面模式図である。

【符号の説明】

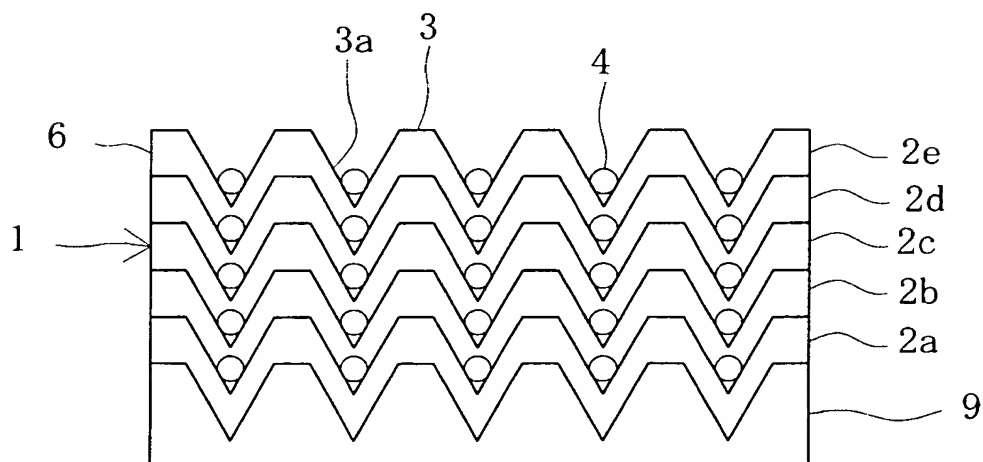
- | | |
|---------|----------|
| 1 | マトリックス |
| 2 | 誘電体薄膜 |
| 3 | 膜面 |
| 3 a | 錐状凹部 |
| 4 | 微小金属体 |
| 4 a | 金属薄膜 |
| 5 | 金属パターン |
| 6 | 金属配置薄膜 |
| 7 a、7 b | 多層膜フィルタ |
| 8 | 機能性多層膜領域 |
| 9 | 基板 |
| 9 a | 錐状凹部 |

【書類名】 図面

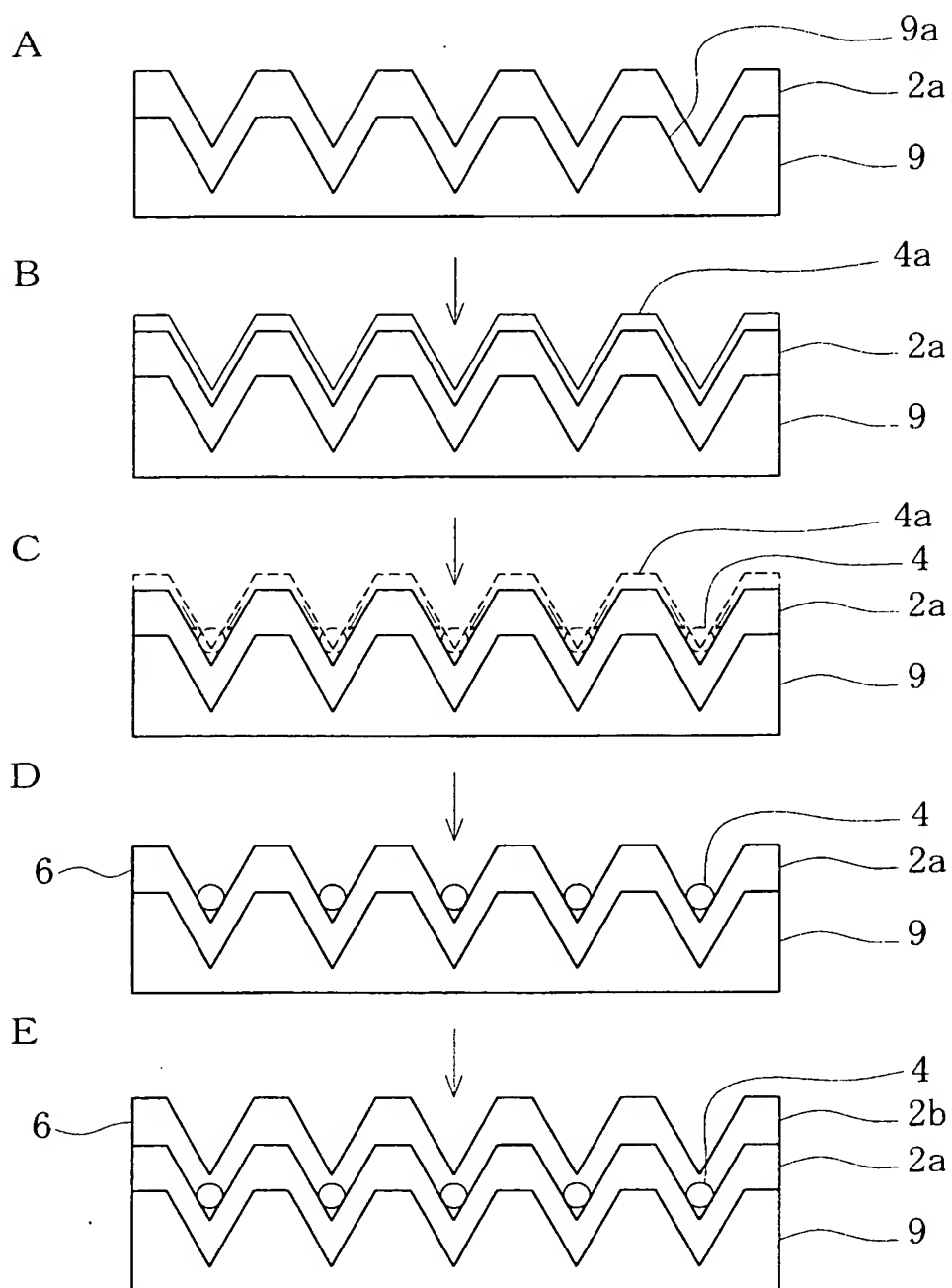
【図 1】



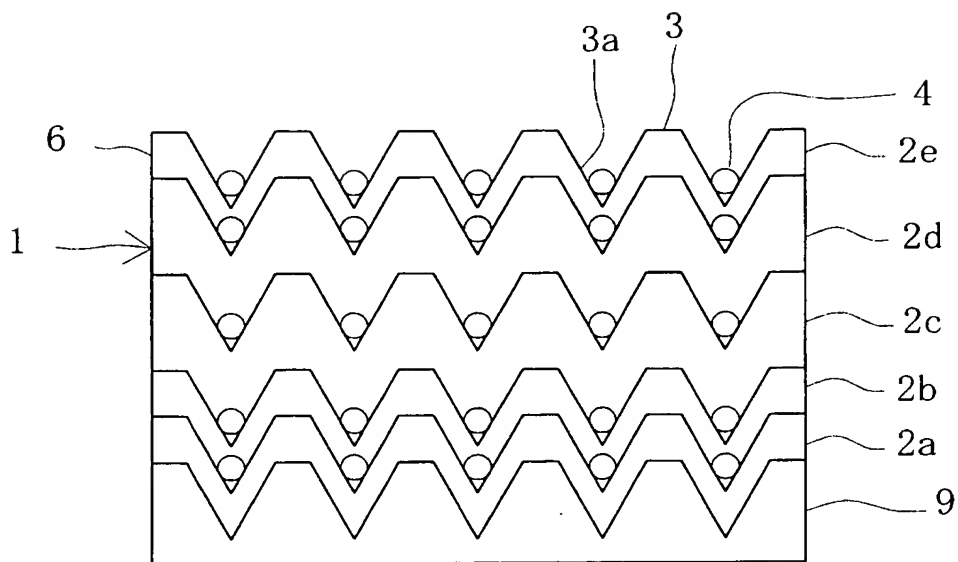
【図 2】



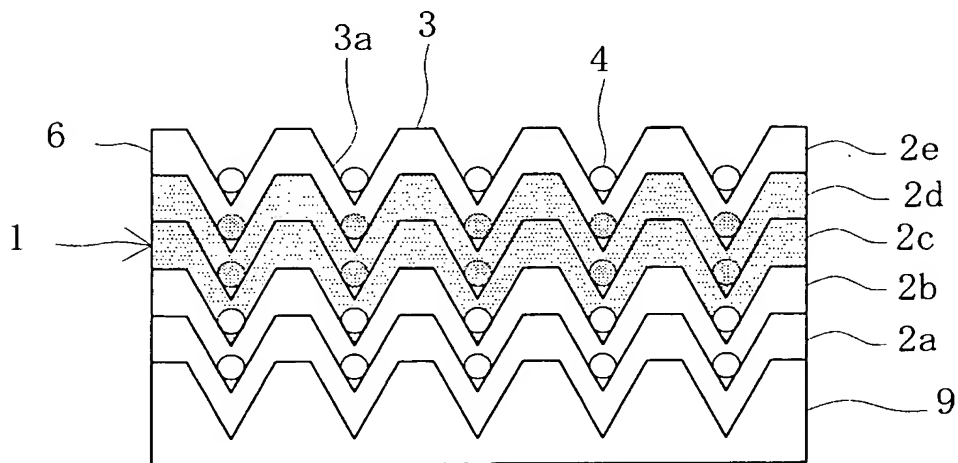
【図 3】



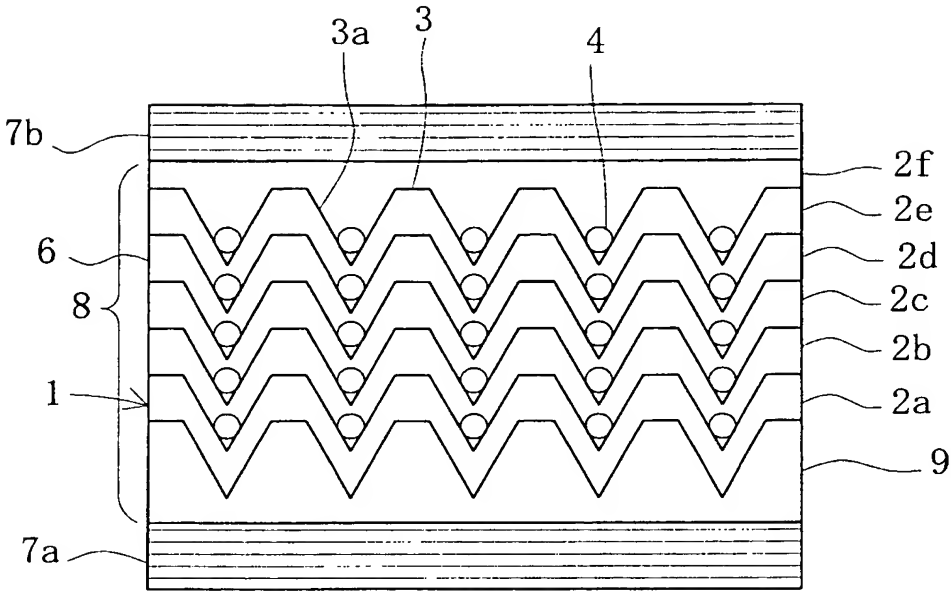
【図 4】



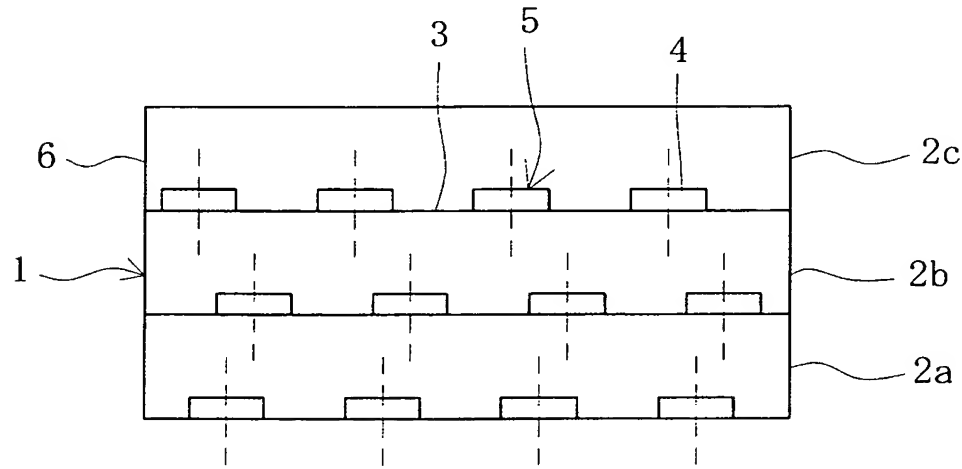
【図 5】



【図 6】



【図 7】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 微小金属体の膜厚方向の間隔及び膜面方向の配列にそれぞれ規則性を持たせ、さらに各層の微小金属体の膜面方向の配列を膜厚方向に一致させた機能性多層膜及びその製造方法を提供する。

【解決手段】

多数の微小金属体 4 を誘電体からなるマトリックス 1 に固定してなる機能性膜であって、

上記マトリックス 1 は所定の厚さに成膜される誘電体薄膜 2 と、該誘電体薄膜 2 上に配置される上記微小金属体 4 からなる金属配置薄膜 6 を積層してなり、

上記誘電体薄膜 2 の膜面 3 には複数の凹部 3 a が規則的に形成され、該凹部 3 a の底部に微小金属体 4 を配置した。

【選択図】 図 2


認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 5 6 2 1 4
受付番号	5 0 2 0 1 8 5 6 3 4 9
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 4 年 1 2 月 1 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年12月 9日

次頁無



特願 2 0 0 2 - 3 5 6 2 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 1 0 0 9 8]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]


新規登録

住 所

東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号

氏 名

アルプス電気株式会社



特願 2 0 0 2 - 3 5 6 2 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 6 7 9 8 9]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

宮城県仙台市太白区八木山南 1 丁目 1 1 番地 9

氏 名

江 刺 正 喜